



Fakulti Sains dan Teknologi Sumber

**KOMUNITI MAKROINVERTEBRATA DI SUNGAI KESIT,
BATANG LEMANAK, ENKILILI, SARAWAK**

Ahmad Helmi Bin Ahmad Salleh

Sarjana Muda Sains dengan Kepujian
(Sains dan Pengurusan Sumber Akuatik)
2005

Komuniti Makroinvertebrata di Sungai Kesit, Batang Lemanak, Engkilili, Sarawak

AHMAD HELMI BIN AHMAD SALLEH

Tesis yang dikemukakan ini ialah untuk memenuhi sebahagian daripada syarat
untuk memperolehi Ijazah Sarjana Muda Sains dengan Kepujian
(Sains dan Pengurusan Sumber Akuatik)

Fakulti Sains dan Teknologi Sumber
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK
2005

PENGHARGAAN

Alhamdulillah syukur ke hadrat ilahi kerana laporan Projek Tahun Akhir ini dapat disiapkan dengan jayanya.

Pertama-tamanya saya ingin mengucapkan terima kasih kepada penyelia saya Dr. Lee Nyanti dan Professor Madya Dr. Shabdin Mohd. Long kerana banyak memberikan tunjuk ajar dan teguran yang membina sepanjang tempoh menyiapkan laporan ini.

Penghargaan in juga saya tujukan buat pembantu-pembantu makmal UNIMAS iaitu En. Zaidi Ibrahim dan En. Harris Norman atas bantuan sepanjang pengendalian kajian di lokasi kajian. Terima kasih juga saya ucapkan rakan sekumpulan kajian iaitu Fiffy Hanisdah, Juilif Sipin dan Hasanaliza atas bantuan dan kerjasama yang telah diberikan semasa dan sepanjang kajian yang telah dijalankan. Tidak lupa juga buat rakan-rakan sekelas.

Buat keluarga yang tercinta ayahanda Ahmad Salleh dan bonda Aminah serta adinda-adinda yang dikasihi terima kasih kerana memberikan bantuan dari segi moral dan kewangan selama tempoh anakanda disini.

ISI KANDUNGAN

KANDUNGAN	MUKA SURAT
ABSTRAK	1
1.0 PENGENALAN	2
1.1 Justifikasi	3
1.2 Objektif	3
2.0 ULASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Ekologi Makroinvertebrata	4
2.2 Penyelidikan Terhadap Komuniti Makroinvertebrata	4
2.3 Indeks Biologi	5
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Komuniti Makroinvertebrata	6
3.0 BAHAN DAN KAEDAH	10
3.1 Kawasan Kajian	10
3.2 Pengumpulan Sampel Invertebrata	10
3.3 Teknik Persampelan	13
3.3.1 Kaedah "Grab Sampler"	13
3.3.2 Kaedah "Kick Net"	14
3.4 Teknik Pengawetan	14
3.5 Teknik Pengecaman	15

3.6	Nilai EPT	15
3.7	Penentuan Nilai Indeks	15
3.8	Parameter Kualiti Air dan Penerangan Habitat	16
4.0	KEPUTUSAN	19
4.1	Makroinvertebrata	19
4.1.1	Peratusan Makroivertebrata	19
4.1.2	Perbezaan Taxa, Kepadatan dan Jumlah Taxa Pada Setiap stesen dan Persampelan	20
4.1.3	Nilai dan Peratusan Taxa EPT serta Setiap Order di Setiap stesen	24
4.2	Indeks Biologi	26
5.0	PERBINCANGAN	27
5.1	Makroinvertebrata	27
5.2	Taburan komuniti	27
5.3	Kesan Sedimentasi	29
6.0	KESIMPULAN	30
7.0	RUJUKAN	31
8.0	LAMPIRAN	37

Komuniti Makroinvertebrata di Sungai Kesit, Batang Lemanak, Engkilili, Sarawak

Ahmad Helmi Bin Ahmad Salleh

Program Sains dan Pengurusan Sumber Akuatik
Fakulti Sains dan Teknologi Sumber
Universiti Malaysia Sarawak

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk menentukan komuniti makroinvertebrata di sungai tropika. Kajian ini penting untuk memahami jaringan makanan di dalam ekosistem akuatik dan implikasi perubahan persekitaran terhadap komuniti makroinvertebrata akuatik. Kajian ini dijalankan pada musim kering dan musim hujan dengan menggunakan kaedah "Kick Net" dan "Grab Sampler". Lima Stesen telah dipilih di sepanjang Sungai Kesit dan satu Stesen di luar Sungai Kesit iaitu Lubok Subong, Batang Lemanak. Sebanyak 56 taxa makroinvertebrata telah dikenalpasti sepanjang kajian ini. Peratusan bagi setiap Order adalah 39.5 % bagi Ephemeroptera, 22.9% bagi Diptera, 10.4% bagi Coleoptera, 9.1% bagi Tricoptera, 6.2% bagi Odonata, 5.1% bagi Plecoptera, 3.2% bagi Decapoda, 2.6% bagi Tubificida, 0.32% bagi Gastropoda, 0.26% bagi Hemiptera, 0.2 % bagi Lepidoptera dan 0.02% bagi Lumbriculida. Keputusan yang didapati menunjukkan terdapat perbezaan bagi komuniti makroinvertebrata diantara persampelan mengikut musim dan pengurangan kepadatan dari hulu ke hilir Sungai Kesit. Ini menunjukkan bahawa kepadatan makroinvertebrata adalah dipengaruhi oleh pencemaran daripada kawasan penempatan di hilir sungai.

Kata kunci: Komuniti makroinvertebrata, ekosistem air tawar, sungai tropika

ABSTRACT

This study was conducted to determine the macroinvertebrate community in tropical rivers. This study is important in order to understand the food-web in the aquatic ecosystem and implications due to environmental changes in macroinvertebrate community. This study was carried out in dry and rainy seasons using Kick Net and Grab Sampler methods. Five stations were chosen along Sungai Kesit and one station at Lubok Subong, Batang Lemanak. A total of 56 taxa of macroinvertebrate were identified throughout the study period. Percentage of each Order are 39.5 % Ephemeroptera, 22.9% Diptera, 10.4% Coleoptera, 9.1% Tricoptera, 6.2% Odonata, 5.1% Plecoptera, 3.2% Decapoda, 2.6% Tubificida, 0.32% Gastropoda, 0.26% Hemiptera, 0.2 % Lepidoptera and 0.02% Lumbriculida. The results showed differences in macroinvertebrate communities between seasons and reduction in density from upstream to downstream of Kesit River. These show that the density of macroinvertebrate is influenced by pollutants from residential area located downstream of the river.

Key word Macroinvertebrate community, freshwater ecosystem, tropical river

1.0 PENGENALAN

Permukaan air seperti sungai seringkali dijadikan sistem pembuangan untuk bahan cemar dari kawasan penempatan penduduk, industri dan pertanian. Akibat dari proses pembuangan bahan organik daripada punca tersebut ia akan meningkatkan permintaan oksigen kerana proses pereputan biologi meningkat. Ini seterusnya akan memberi kesan terhadap komuniti akuatik khususnya makroinvertebrata (Dyer et al., 2003).

Makroinvertebrata dikategorikan sebagai organisma yang bersaiz lebih besar dari 0.5 mm dan boleh dilihat dengan mata kasar. Selain daripada itu, makroinvertebrata merupakan organisma yang mudah untuk dijadikan sebagai bahan penyelidikan kerana ia mempunyai kitar hidup yang sesuai (pendek) untuk tujuan penyelidikan. Penyelidikan tersebut boleh dijalankan dalam masa seminggu, semusim dan setahun. Di samping itu, komuniti makroinvertebrata mempunyai hubungan dengan pelbagai faktor persekitaran seperti suhu dan taburan hujan (Kehat & Wyndham, 1973).

Makroinvertebrata merupakan organisma yang memainkan peranan penting dalam perkembangan sesuatu ekosistem. Sebagai contoh, di ekosistem akuatik makroinvertebrata menjadi perantara yang menghubungkan aliran tenaga melalui rantai makanan dimana ia memakan algae dan mikroorganisma yang menukarkan tenaga matahari kepada tenaga kimia. Makroinvertebrata ini pula menjadi makanan kepada ikan dan vertebrata yang lain.

Meninjau kualiti air dalam ekosistem air tawar menggunakan makroinvertebrata sebagai penunjuk telah banyak berkembang (Karr et al., 1997). Rosenberg dan Resh (1993) telah mencadangkan beberapa cara menggunakan makroinvertebrata akuatik dalam menilai kualiti air. Ini termasuklah perubahan terhadap komposisi genetik dalam populasi yang spesifik, pengumpulan tosik dalam tisu makroinvertebrata, kewujudan kehilangan atau

pertambahan spesis penunjuk, perubahan dalam parameter populasi dan perubahan dalam komposisi komuniti. Komuniti makroinvertebrata juga telah banyak digunakan untuk meninjau populasi ikan.

Kajian ekologi terhadap makroinvertebrata telah berkembang pesat di negara-negara seperti di Amerika Utara, Australia dan India. Maka buat masa sekarang kefahaman terhadap komuniti makroinvertebrata benthik adalah terlalu prejudis berbanding dengan kebanyakan kajian yang dilakukan di kawasan yang beriklim sederhana. Seterusnya Boyero & Bailey (2001) menyatakan bahawa tidak ada usaha yang dijalankan untuk mengkaji komuniti makroinvertebrata dalam skala ruang yang berbeza di sungai-sungai tropika. Walau bagaimanapun, di Malaysia, khususnya di Sarawak, kajian ekologi terhadap makroinvertebrata masih lagi belum berkembang sepenuhnya.

1.1 Justifikasi

Kajian ini adalah untuk mengetahui populasi makroinvertebrata di sungai tropika. Disamping itu, kajian ini penting untuk memahami jaringan makanan didalam ekosistem akuatik dan implikasi perubahan persekitaran terhadap komuniti makroinvertebrata akuatik. Kajian ekologi terhadap makroinvertebrata juga belum pernah dijalankan di Sungai Kesit.

1.2 Objektif

Tujuan kajian ini adalah untuk mendokumentasi spesis makroinvertebrata akuatik di Sungai Kesit dan mengaitkan komuniti makroinvertebrata ini dengan keadaan persekitaran. Selain itu, membentuk kefahaman komuniti dan struktur ekosistem dalam kepelbagaian skala ruang adalah kritikal untuk mengelakkan kehilangan biodiversiti.

2.0 ULASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Ekologi Makroinvertebrata

Ekosistem sungai merupakan sumber semulajadi yang penting, tetapi ia juga merupakan sistem yang paling terancam di muka bumi. Eutrofikasi, akibat pembuangan bahan-bahan organik berlebihan ke dalam sistem akuatik merupakan satu-satunya bentuk pencemaran yang tertua dan yang telah banyak didokumentasi (Sandin & Johnson, 2000). Di sungai-sungai besar dan dataran banjir, makroinvertebrata benthik merupakan komponen ekosistem yang kritikal kerana ianya memproses dan menukarkan bahan-bahan organik dan seterusnya menyumbangkan kepada kitaran nutrient dan secara keseluruhannya pengaliran tenaga (Vannote et al., 1980; Junk et al., 1989; Thorp & Delong, 1994). Dalam produktiviti sekunder makroinvertebrata akuatik adalah sumber tenaga primer yang tipikal kepada banyak organisma di aras tropik yang tinggi termasuk ikan (Hoopes, 1960; Jude, 1968), burung akuatik seperti itik dan bangau (Thompson, 1973) dan banyak lagi haiwan yang hidup di persekitaran akuatik dan daratan (Koel & Stevenson, 2002). Kehilangan produktiviti benthik akibat daripada penurunan populasi makroinvertebrata benthik secara teorinya mungkin menyumbang kepada faktor penurunan dalam kepadatan spesis-spesis ikan yang penting untuk dieksploitasi secara komersial dan sukan (Sparks, 1984; Haverá, 1999; Koel & Stevenson, 2002).

2.2 Penyelidikan Terhadap Komuniti Makroinvertebrata

Makroinvertebrata telah banyak memainkan peranan dalam penyelidikan yang berkaitan dengan sungai. Faedah kajian menggunakan makroinvertebrata adalah cepat dari segi menilai sumber biologi untuk pemuliharaan dan pengesanan pencemaran melalui perbezaan di antara ramalan dan keputusan sebenar pengumpulan fauna (Ormerod & Edwards, 1987). Persekitaran yang asli di kawasan yang terpencil sesuai untuk mengesan sebarang perubahan

terhadap persekitaran (Cantonati & Ortler, 1998). Kajian komuniti makroinvertebrata terhadap perubahan persekitaran di dalam ekosistem akuatik memerlukan kaedah persampelan yang sesuai. Menurut Marques dan Barbosa (2001) setakat ini belum ada kaedah yang spesifik menggunakan makroinvertebrata untuk membezakan kualiti air.

Menggunakan teknik ordinasi dari segi kepadatan dan kewujudan makroinvertebrata adalah berkolerasi dengan oksigen terlarut, permintaan oksigen biologikal, dan permintaan oksigen kimia (Martin et al., 2000). Selain itu, teknik ordinasi dan pengelasan yang berasaskan data spesis dan persekitaran telah menunjukkan kehadiran corak yang boleh digunakan di dalam sungai untuk mengkategorikan taburan dan untuk meramal komposisi fauna pada tempat yang berbeza dengan nilai asas perubahan persekitaran (Malmqvist & Mäki, 1994; Burian, 1997). Teknik ordinasi juga telah berjaya mengintipitaskan struktur komuniti makroinvertebrata (Miserendino, 2001).

2.3 Indeks Biologi

Pernyataan seperti pengaruh arus, konduktiviti, suhu, alkaliniti, keasidan dan kekerasan air menjadi faktor kepada makroinvertebrata untuk dijadikan subjek utama dalam konteks pemerhatian biologi. Terdapat 10 indeks biologikal yang biasa digunakan dalam program pemerhatian biologi (Johnson et al., 1993). Indeks metrik yang digunakan untuk menilai kualiti alam ekologi adalah seperti kekayaan taxa, kekayaan taxa Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT), dan keseluruhan kepadatan (Lenat, 1988; Sandin & Johnson, 2000).

Bagi Indeks Keasidan terdapat tiga metrik yang digunakan iaitu Indeks Keasidan I, (Raddum et al., 1988) II, dan III (Baekken & Aanes, 1995). Menurut Sandin & Johnson (2000),

ketiga-tiga Indeks Keasidan ini adalah berdasarkan kepada taxon individu yang lebih sensitif di dalam kawasan kajian.

Manakala Indeks Metrik yang digunakan untuk menilai kesan eutrofikasi adalah "Average Score Per Taxon" (ASPT) (Armitage et al., 1983). Selain itu, Indeks Shannon-Weaver (Shannon, 1948) dan Indeks Simpson Diversiti (Simpson, 1949) juga digunakan.

Metrik indikator ASPT dimajukan untuk menilai kualiti air di UK. Setiap famili yang dijumpai di stesen penyampelan diberikan skor di antara 1 hingga 10. Famili yang mempunyai kadar toleransi yang tinggi (sebagai contoh Oligochaeta) akan diberikan skor yang paling rendah dan famili yang sensitif terhadap pencemaran diberikan skor tertinggi. Kemudian indeks ASPT dikira dengan jumlah skor dibahagikan dengan jumlah taxa yang diberikan skor (Sandin & Johnson, 2000).

Manakala Washington (1984) telah mengariskan 19 indeks biotik antara yang biasa digunakan. Indeks-indeks biotik ini dimajukan berdasarkan perbezaan sensitiviti oleh segelintir taxa makroinvertebrata kepada pencemaran bahan organik yang senang reput dan secara tidak langsung penurunan nilai kepelbagaian makroinvertebrata adalah bergantung kepada pereputan persekitaran (Ravera, 2001).

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Komuniti Makroinvertebrata

Jhingran (1991) mencadangkan bahawa kepadatan makroinvertebrata mungkin bergantung kepada perubahan musim dalam paras air dan keterdapatn sumber makanan. Perubahan musim dan tempoh pelepasan air untuk pengairan dalam sistem sungai membawa kepada lebih banyak lumut dan dedaun yang gugur dari hulu sungai dan memberi implikasi

kepada kepadatan yang tinggi oleh Hemiptera. Lansbury (1957) dan Rao (1981) melaporkan keatas hubungan Hemiptera dengan vegetasi sistem sungai di mana macrophytes menyediakan tempat perlindungan dan pembiakan yang sesuai. Tempat yang paling sesuai untuk pembiakan makroinvertebrata adalah daun dan batang tumbuhan yang tenggelam.

Populasi makroinvertebrata menunjukkan kepadatan yang tinggi pada awal musim panas sebelum banjir (Martin et al., 2000). Keputusan ini juga telah di dokumentasikan oleh Singh & Srivastava (1989) dan Ray et al., (1966) dalam beberapa sistem sungai di India. Kepadatan moluska tinggi pada bulan Mac di India apabila tiada hujan tetapi pada musim monsun populasi makroinvertebrata berkurangan akibat daripada tindakan arus deras (Martin et al., 2000). Kepadatan dan pengurangan zoobenthos semasa monsun merupakan kriteria am dalam kebanyakan sistem sungai tropika di Asia (Pahwa, 1979; Nautiyal, 1986; Sunder & Subla, 1986; Arunachalam et al., 1991). Keadaan mengikut musim oleh kebanyakan zoobenthos tropika di Asia adalah disebabkan oleh keadaan monsun yang menyebabkan banjir.

Tempoh kitaran hidup juga memainkan peranan dalam mempengaruhi kepadatan populasi dan komposisi spesis (Martin et al., 2000). Keadaan yang tidak sengaja dalam pembiakan dengan monsun telah diperhatikan dalam decapod (Rajyalakshmi, 1980; Pillai & Subramonian, 1984) yang mungkin memberi kesan terhadap peningkatan kebolehan habitat untuk penetasan dalam sungai yang banjir disebabkan monsun.

Sementara itu, Gray (2004) menerangkan bahawa komuniti makroinvertebrata dalam sungai yang melalui kawasan bandar mengalami penurunan dari segi kepadatan dan juga kepelbagaian kerana kehilangan spesis yang sensitif terhadap pencemaran. Ini adalah kerana di kawasan hulu sungai jumlah kepelbagaian spesis makroinvertebrata adalah lebih tinggi berbanding dengan hilir sungai kerana kehadiran bilangan spesis yang sensitif terhadap nilai

EPT yang tinggi dan nilai toleransi komuniti. Secara keseluruhannya, kawasan hilir sungai menunjukkan tindakbalas yang tipikal dimana kepadatan makroinvertebrata berkurangan dengan peningkatan populasi bagi spesis yang toleran khususnya siput dan lintah (Pratt et al., 1981; Garie & McIntosh, 1986; Jones & Clark, 1987; Kemp & Spotila, 1997).

Lazimnya, populasi makroinvertebrata dipengaruhi oleh faktor utama seperti arus, konduktiviti air, saiz substrat, kepadatan tumbuhan akuatik dan latitud. Suhu air merupakan faktor kedua yang mempengaruhi populasi makroinvertebrata (Miserendino, 2001). Di Sweden, alkaliniti dan warna air merupakan faktor utama dalam menentukan taburan makroinvertebrata (Malmqvist & Mäki, 1996). Di England pula, pH dan kekerasan air merupakan faktor utama dalam menentukan struktur komuniti benthik (Ormerod & Edwards, 1987). Perbezaan dalam penentuan faktor ini adalah disebabkan oleh ciri sungai yang berbeza.

Thorpe & Lloyd (1999) menyatakan bahawa penggunaan tanah dan komposisi substrat merupakan pengukuran yang signifikan terhadap perubahan persekitaran dalam menerangkan variasi makroinvertebrata. Invertebrata seperti *Smicridea annulicornis*, *Klapopteryx kuscheli*, *Senzilloides panguipulli*, Lumbriculidae sp., *Branchisetodes major* and *Chilenoperla puerilis* didapati lebih menyukai kawasan yang berarus deras dan berbatu, sementara spesis yang lain seperti Hemiptera menyukai kawasan yang berkonduktiviti tinggi dan ada tumbuhan akuatik yang berakar (Miserendino, 2001). Di samping itu, taburan invertebrata di dalam sungai yang berlainan boleh menggambarkan perbezaan vegetasi di kawasan sungai tersebut.

Luedtke et al. (1976) menjalankan kajian terhadap sedimen pasir keatas pengkolonian serangga sungai di Kanada. Beliau mencadangkan proses pemulihan sungai yang lengkap bergantung kepada dua faktor iaitu penghapusan sumber sedimen dan kebolehan sungai untuk membuang bahan-bahan cemar. Ini menunjukkan bahawa komposisi substrat dan sedimen

memainkan peranan penting dalam pengstrukturkan komuniti makroinvertebrata. Menurut Koel & Stevenson (2002) makroinvertebrata benthik adalah komponen penting dalam jaringan makanan dan kerja-kerja mengangkut pasir dari dasar sungai tidak akan menyokong komuniti makroinvertebrata yang pelbagai. Pada dasarnya proses dan kaedah mengangkut pasir yang strategik dengan mengelakkan kawasan di mana terdapat kepelbagaian makroinvertebrata yang tinggi dapat meningkatkan produktiviti keseluruhan sistem dan integriti biotik sungai-sungai besar dan dataran banjir.

3.0 BAHAN DAN KAEDAH

3.1 Kawasan Kajian

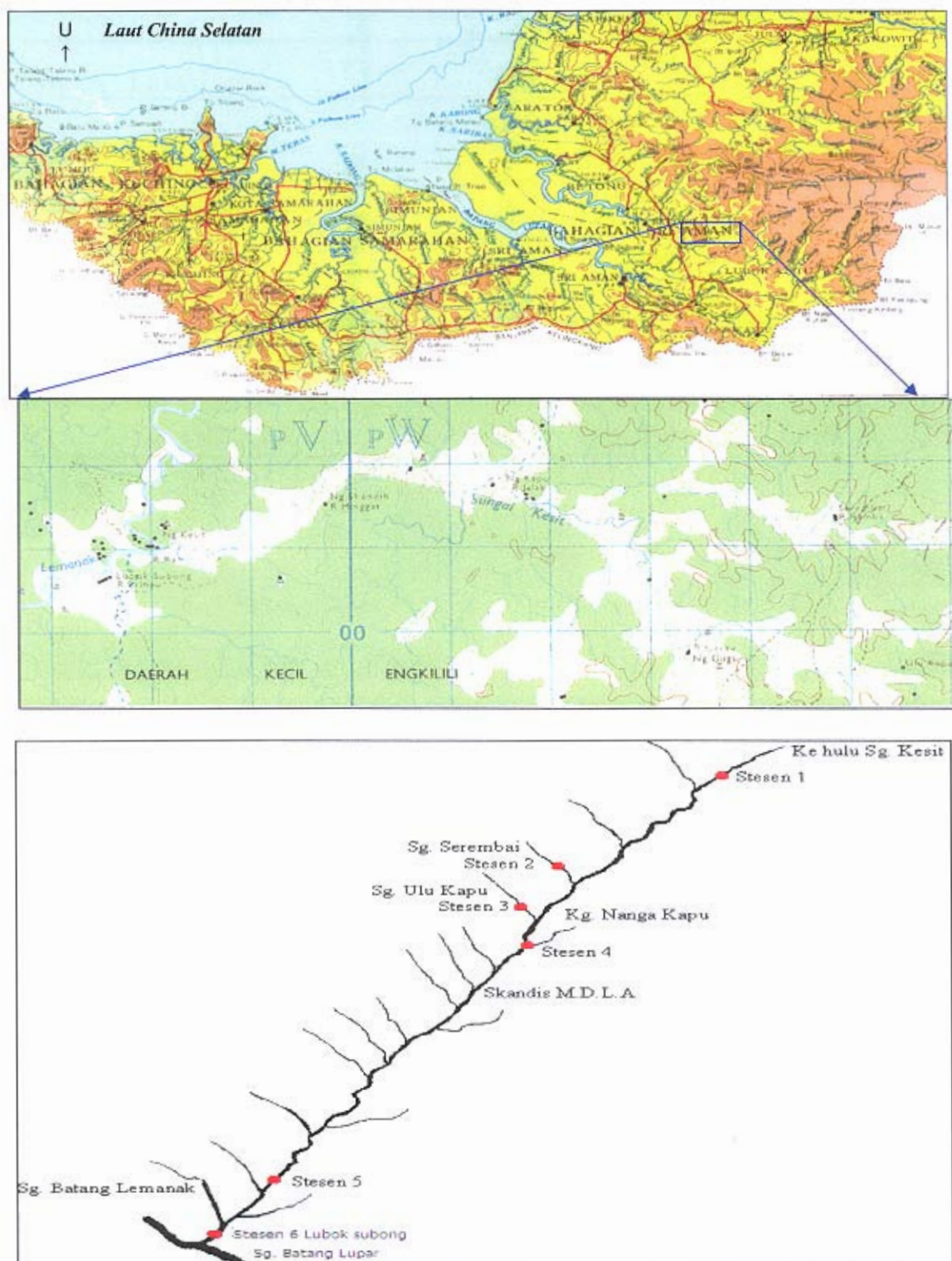
Sungai Kesit merupakan anak sungai Batang Lemanak di mana ianya terletak dalam daerah kecil Engkilili. Batang Lemanak bergabung dengan sungai utama Batang Lupar yang mengalir dari kawasan Banjaran Klingkang ke arah Laut China Selatan (Khoo *et al.*, 1992; Lee, 2004). Kawasan sekeliling Sungai Kesit merupakan kawasan hutan sekunder. Dalam kajian ini Sungai Kesit dibahagikan kepada 5 Stesen penyampelan, dari hulu hingga ke hilir sungai dan 1 Stesen di luar Sungai Kesit iaitu Lubok Subong (Rajah 1). Di setiap Stesen bacaan GPS (Global Positioning System) GPS 12CX 12 Channel telah diambil (Jadual 1).

3.2 Pengumpulan Sampel Invertebrata

Sampel makroinvertebrata telah dikumpul dari kawasan kajian dalam dua kerja lapangan yang telah dijalankan. Kerja lapangan yang pertama dilakukan pada 9 - 12 Ogos 2004 dan yang kedua adalah pada 24 - 29 November 2004.

Pada kerjalahapangan yang pertama, 6 Stesen penyampelan telah dipilih. Dua daripada Stesen tersebut adalah anak Sungai Kesit iaitu Sungai Serembai dan Sungai Kapu dan satu Stesen pada hilir Sungai Kesit iaitu Lubok Subong. Kerja-kerja penyampelan dilakukan selama tiga hari di mana penyampelan dibuat dari hulu hingga ke hilir Sungai Kesit. Keadaan Sungai Kesit pada masa ini adalah sangat cetek dan jernih. Ini adalah kerana menurut penduduk tempatan hujan sudah tidak turun selama dua minggu akibat daripada musim kering.

Manakala pada kerjalahapangan yang kedua, Stesen yang sama juga dipilih tetapi pada masa itu terdapat perubahan musim dimana musim hujan menyebabkan arus sungai menjadi lebih deras dan air sungai adalah lebih dalam.



Rajah 1. Kedudukan Stesen-Stesen persampelan bagi kajian makroinvertebrata.

Jadual 1. Lokasi kedudukan dan bacaan GPS di keenam-enam Stesen di Sungai Kesit.

Stesen	Lokasi	Bacaan GPS
1	Hulu Sungai Kesit	N 01 ⁰ 14' 12.5" E 111 ⁰ 49' 32.9"
2	Sungai Serembai	N 01 ⁰ 14' 19.2" E 111 ⁰ 49' 12.4"
3	Sungai Ulu Kapu	N 01 ⁰ 14' 29.6" E 111 ⁰ 48' 57.5"
4	Pertengahan Sungai Kesit	N 01 ⁰ 14' 26.0" E 111 ⁰ 48' 38.7"
5	Menghampiri muara Sungai Kesit	N 01 ⁰ 14' 06.5" E 111 ⁰ 48' 26.1"
6	Lubok Subong	N 01 ⁰ 13' 51.5" E 111 ⁰ 46' 56.3"

3.3 Teknik Persampelan

Dua kaedah telah digunakan untuk menyampel makroinvertebrata di Sungai Kesit. Kaedah pertama menggunakan "Grab sampler" dan kaedah kedua menggunakan "Kick net".

3.3.1 Kaedah "Grab Sampler"

"Grab sampler" merupakan penyampel yang digunakan untuk mengambil sampel makroinvertebrata di dalam sedimen dan juga untuk mendapatkan komuniti benthik (Rajah 2). Keluasan bukaan "Grab sampler" adalah seluas 0.0204 m^2 . Pada setiap Stesen, sample diambil sebanyak 3 kali. Ini menjadikan keluasan kawasan kajian di setiap Stesen seluas 0.0612 m^2 .



Rajah 2. Penggunaan "Grab Sampler".

3.3.2 Kaedah “Kick Net”

Teknik “Kick net” digunakan di tempat yang mempunyai arus yang deras (Rajah 3). Setiap replikat mempunyai keluasan 1.6 m² dimana luas bukaan Kick net adalah 0.8 m dan jarak panjang kawasan yang disepak adalah 2 m. Pada setiap Stesen, sebanyak dua replikat telah dilakukan.



Rajah 3. Penggunaan “Kick net”.

3.4 Teknik Pengawetan

Semua sample yang bercampur dengan sedimen akan dicuci terlebih dahulu dengan mencairkan sample ke dalam baldi dan diayak menggunakan ayak (sieve) bersaiz 500 um. Kemudian sample diawet dengan menggunakan 5% formalin.

3.5 Teknik Pengecaman

Semua sampel telah dicam berdasarkan bahan rujukan Peckarsky et al., (1990), Pennak, (1991) dan Pechenik, (2000).

3.6 Nilai EPT

Nilai EPT adalah jumlah taxa Ephemeroptera, Plecoptera dan Tricoptera yang terdapat di setiap stesen. Nilai ini tidak ditentukan dengan bilangan individu tetapi ditentukan dengan keterdapatan sesuatu taxa EPT tersebut.

3.7 Penentuan Nilai Indeks

- (a) Indeks Kepelbagaian Shannon-Weiner (H) (Shannon & Weaver, 1963)

$$H = \frac{n \log n - \sum f_i \log f_i}{n}$$

n = Saiz sampel
 f_i = Bilangan individu setiap taxa

- (b) Indeks Kekayaan Margalef (D) (Margalef, 1968)

$$D = \frac{(S - 1)}{\log N}$$

S = Jumlah bilangan taxa
 N = Jumlah bilangan individu

- (c) Indeks Kesamarataan Pielou (J) (Pielou, 1966)

$$J = \frac{H}{\ln S}$$

H = Indeks Kepelbagaian Shannon-Weiner
 S = Jumlah bilangan taxa

3.8 Parameter Kualiti Air dan Penerangan Habitat

Parameter air dan penerangan habitat bagi setiap stesen adalah seperti yang ditunjukkan di Jadual 2 (Hasanaliza, 2005).

Jadual 2. Parameter air (Hasanaliza, 2005) dan penerangan habitat di keenam-enam stesen di Sungai Kesit.

Stesen	Parameter Air	Ciri Habitat
1	<p>Persampelan pertama: Suhu air 25.6 °C, pH air 6.89, konduktiviti air 23.3 $\mu\text{mS/cm}$ dan oksigen terlarut 7.97 mg/L.</p> <p>Persampelan kedua: Suhu air 26.9 °C, pH air 6.52, oksigen terlarut 8.28 mg/L dan kerjenihan air 0.10 m.</p>	Sebahagian tebing ditutupi oleh kanopi pokok dan disokong oleh akar-akar pokok; dasar sungai yang berbatu saiz kecil, berpasir dan terdapat himpunan daun mati; permukaan air yang berarus di kawasan cetek; kedalaman air sungai (0.10-0.97 m) dan kelebaran air sungai (2.50-12.76 m)
2	<p>Persampelan pertama: Suhu air 25.5 °C, pH air 6.93, konduktiviti air 19.8 $\mu\text{mS/cm}$ dan oksigen terlarut 7.25 mg/L.</p> <p>Persampelan kedua: Suhu air 28.0 °C, pH air 6.49, oksigen terlarut 8.20 mg/L dan kerjenihan air 0.15 m.</p>	Sebahagian tebing ditutupi oleh kanopi pokok; dasar sungai yang berbatu saiz kecil dan besar, terdapat himpunan daun mati; permukaan air yang berarus dan terdapat batu timbul di tengah sungai; kedalaman air sungai (0.10-2.00 m) dan kelebaran air sungai (1.40-5.20 m).
3	<p>Persampelan pertama: Suhu air 25.8 °C, pH air 6.95, konduktiviti air 17.1 $\mu\text{mS/cm}$ dan oksigen terlarut 7.68 mg/L.</p> <p>Persampelan kedua: Suhu air 26.5 °C, pH air 6.45, oksigen terlarut 8.74 mg/L dan kerjenihan</p>	Sebahagian tebing sungai ditutupi oleh kanopi pokok dan disokong oleh akar-akar pokok; dasar sungai yang berbatu saiz kecil, berpasir dan terdapat himpunan daun mati; permukaan air yang berarus dan terdapat batu timbul di

	air 0.10 m.	kawasan tengah sungai; terdapat tumbuhan air tumbuh di kawasan tengah sungai; kedalaman air sungai (0.08-1.02 m) dan kelebaran air sungai (4.00-11.94 m); terdapat pemangsa fauna ikan (itik).
4	<p>Persampelan pertama: Suhu air 25.0 °C, pH air 6.96, konduktiviti air 20.2 $\mu\text{mS/cm}$ dan oksigen terlarut 7.65 mg/L.</p> <p>Persampelan kedua: Suhu air 26.4 °C, pH air 6.45, oksigen terlarut 8.26 mg/L dan kerjenihan air 0.09 m.</p>	Tebing sungai ditutupi oleh kanopi pokok yang besar dan kanopi pokok yang kecil; dasar sungai yang berbatu saiz besar dan banyak, sedikit berpasir; permukaan air yang berarus deras dan terdapat batu timbul di kawasan tengah sungai; kedalaman air sungai (0.10-1.02 m) dan kelebaran air sungai (2.50-15.04 m).
5	<p>Persampelan pertama: Suhu air 25.9 °C, pH air 6.98, konduktiviti air 20.8 $\mu\text{mS/cm}$ dan oksigen terlarut 7.65 mg/L.</p> <p>Persampelan kedua: Suhu air 26.8 °C, pH air 6.48, oksigen terlarut 8.23 mg/L dan kerjenihan air 0.08 m.</p>	Sebahagian tebing sungai ditutupi oleh kanopi pokok dan disokong oleh akar-akar pokok; dasar sungai yang berbatu saiz kecil dan berpasir; permukaan air yang berarus deras dan perlahan; sungai membahagi dua dan mendedahkan kawasan tengah (seperti pulau); terdapat tumbuhan tumbuh di kawasan tengah sungai; kedalaman air sungai (0.05-1.11 m) dan kelebaran air sungai (1.50-18.60 m).
6	Persampelan 1, Suhu air 25.59 °C pada pH air 7.00 konduktiviti air 16.5 $\mu\text{mS/cm}$, dan keterlarutan oksigen 7.88 mgL^{-1}	Penempatan penduduk terdapat kawasan yang ditutupi kanopi pokok dan sebahagian besarnya adalah terdedah, terdapat beting lumpur dan kawasan

	Persampelan 2, suhu 27.9 °C, pH 6.4, konduktiviti 7.87 mgL ⁻¹	dasar berbatu. Kedalaman persampelan 1 (0.2 – 1.2 m) dan persampelan 2 (0.5 – 1.6m). Kelebaran air sungai persampelan 1 (17.00 – 18.00 m) dan persampelan 2 (19.00 – 20.00 m).
--	--	--

4.0 KEPUTUSAN

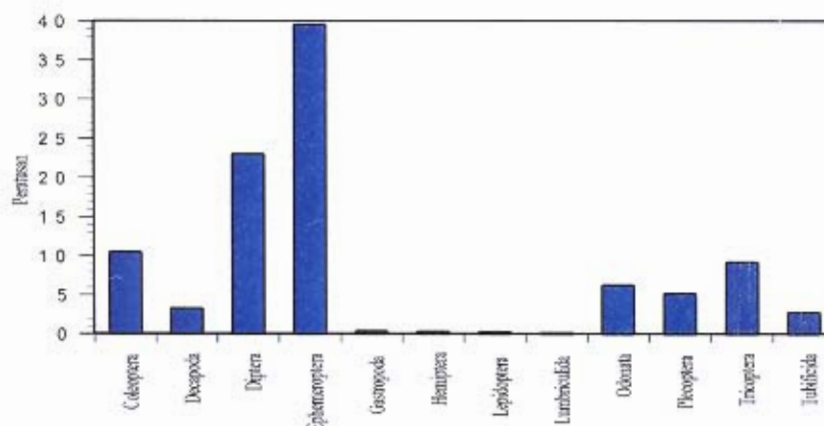
4.1 Makroinvertebrata

Sebanyak 56 taxa makroinvertebrata telah dikenalpasti sepanjang kajian ini. Serangga akuatik adalah dominan dari segi taburan dan juga kepadatan taxa pada setiap persampelan. Serangga ini kebanyakannya adalah dari Order Ephemeroptera, Tricoptera, Coleoptera, Plecoptera dan Diptera. Nilai taxa EPT kebanyakannya didominasi oleh Ephemeroptera daripada genus *Macdunoo* manakala Plecoptera didominasi oleh genus *Neoperla* sementara Tricoptera pula didominasi oleh genus *Dolophilodes*.

Secara keseluruhan, terdapat penurunan dari segi nilai taxa EPT (Ephemeroptera, Plecoptera dan Tricoptera) dan juga peratus bagi setiap Order dari hulu sungai ke hilir sungai. Penurunan ini juga berlaku pada setiap persampelan dari musim kering ke musim hujan

4.1.1 Peratusan Makroinvertebrata

Order serangga merupakan yang paling dominan sepanjang kajian. Sebanyak 39.5% adalah terdiri daripada Ephemeroptera, 23.0% Diptera dan 10.5% Coleoptera. Manakala Order-order yang lain adalah dibawah 10% (Rajah 4).



Rajah 4. Peratusan Order makroinvertebrata yang direkodkan sepanjang kajian.